ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

GEGLIEDERTEN MILCHRÖHREN

DER PFLANZEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

KL. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

DUKINFIELD HENRY SCOTT
B. A. OXON.

WÜRZBURG.
DRUCK DER STAHEL'SCHEN BUCHDRUCKEREI
1881.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549807_0199

Schon im Jahre 1812 hatte der jüngere *Moldenhawer*[1]) die Entstehung der Milchsaftgefässe aus Zellen an einigen Beispielen erkannt. Freilich wurden diese Organe damals noch nicht von den anderen Elementen der Rinde scharf unterschieden; vielmehr fasste man sowohl Milchsaftgefässe als Siebröhren und den Weichbast überhaupt unter dem gemeinschaftlichem Namen „Eigenthümliche Gefässe (vasa propria)" zusammen.

Von den eigentlichen Milchsaftgefässen untersuchte *Moldenhawer* diejenigen von Musa und Chelidonium, wobei er fand dass sie aus Schläuchen zusammengesetzt sind, die sich in einander öffnen. Unrichtig dehnte er diese Angaben auch auf die Milchzellen von Asclepias fruticosa aus. Bei dem damaligen Stande der phytotomischen Forschung konnte natürlich von einer durchgehenden entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung gar nicht die Rede sein. Das Auffallende besteht nur darin dass *Moldenhawer* der Wahrheit so nahe gekommen ist.

Unter den neueren Phytotomen behauptete *Unger* im Jahre 1840, die Entstehung der Milchsaftgefässe durch Zellfusion. Leider aber wählte er als Beispiel Ficus benghalensis, bei welchem die Milchröhren bekanntlich ungegliedert sind. Da also die *Unger*'sche Ansicht damals und auch noch viel später nicht auf zuverlässigen Untersuchungen beruhte, ist es nicht überraschend, dass eine andere und zwar ganz unbegründete Theorie längere Zeit von vielen Botanikern angenommen wurde. Diese Ansicht, nach welcher die Milchgefässe nichts als Intercellularräume sind, die erst im Laufe der Entwickelung

---

[1]) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. Kiel. 1812 S. 136, 140, 146, 151. Vergl. auch *Sachs*, Geschichte der Botanik S. 305.

eine eigene Haut bekommen, wurde von *Schleiden*[1]) wenn auch keineswegs mit voller Sicherheit, ausgesprochen und später, im Jahre 1846, von einer anonymen Verfasserin[2]) ausführlich erläutert. Diese Intercellulartheorie machte einen grossen Eindruck, was leicht zu begreifen ist, wenn man berücksichtigt, dass sie damals die einzige war, die wirklich auf fleissigen und sorgfältigen, obwohl natürlich ganz missverstandenen Beobachtungen beruhte. Selbst von *Mohl* günstig aufgenommen, wurde diese Meinung noch im Jahre 1860 von hervorragenden Botanikern vertheidigt[3]).

Die betreffenden Untersuchungen der ungenannten Forscherin wurden hauptsächlich mittels Längsschnitten durch den Vegetationskegel ausgeführt, und erstreckten sich über eine lange Reihe milchsaftführender Pflanzen, unter denen die Apocyneen, Asclepiadeen, Urticaceen, Euphorbiaceen, Papaveraceen und Cichoriaceen vertreten sind. Selbst Chelidonium majus, wo die früheren Querwände der Milchsaftgefässe bekanntlich zeitlebens leicht erkennbar sind, scheint zuerst keinen Zweifel an der Richtigkeit der Intercellular-Theorie erweckt zu haben. Bei den genannten Beobachtungen handelte es sich in erster Linie darum, zu constatiren, ob die jungen Milchröhren von vornherein eine eigene Haut besässen oder nicht. Man glaubte nämlich damals, dass zwischen je zwei benachbarten Zellen zwei von einander gesonderte Zellhaut-Lamellen liegen müssten, und wenn man zwischeu einem milchführenden Canal und den benachbarten Parenchymzellen keine doppelte Wand wahrnahm, so glaubte man daraus schliessen zu müssen dass, der Milchkanal einer ihm angehörigen Wandlamelle überhaupt, entbehre. Nachdem *Mohl* schon in den fünfziger Jahren gezeigt hatte, dass zwischen benachbarten Zellen eines Gewebes ursprünglich überhaupt nur eine einfache Lamelle liegt, hätte dieser Grund für die Intercellulartheorie von selbst wegfallen müssen.

Unterdessen trat *Schacht*[4]) im Jahre 1851 mit einer ganz anderen Theorie auf, nach welcher die Milchsaftgefässe über-

[1]) Grundzüge der wiss. Botanik 2. Auflage 1845. I. Theil S. 213, 254.
[2]) Botanische Zeitung 1846.
[3]) Wie z. B. von *Henfrey*. Micrograph. Dictionary. art. Laticiferous. Tissue.
[4]) Botanische Zeitung 1851. S. 513.

haupt „milchsaftführende nicht selten verzweigte Bastzellen“ sind. Er stellte nämlich in Abrede, dass die Milchröhren ein besonderes Gewebesystem bilden, und wollte sie als eine Unterabtheilung unter die Categorie der Bastzellen bringen, wobei nicht zu übersehen ist, dass *Schacht* und einige andere Phytotomen jener Zeit sich gewöhnt hatten die verschiedensten besonders dickwandigen, langen, oder gar verzweigten Zellen, ohne Rücksicht auf ihre Lagerung als Bast zu bezeichnen, ähnlich wie auch in neuerer Zeit *Schwendener* den Namen Bast auf die verschiedensten der Festigkeit der Organe dienenden Elemente übertragen hat. *Schacht*'s erste Untersuchungen bezogen sich auf Euphorbia, Hoya, Rhizophora, Chelidonium, Lactuca u. s. w. Seine Ansicht, obwohl insofern richtiger als die Intercellulartheorie, dass die Zellennatur der Milchröhren-Elemente wieder erkannt wurde, war doch mit den Thatsachen in schreiendem Widerspruch. Die Thatsache dass sämmtliche Milchröhren, sowohl die gegliederten als die ungegliederten, continuirliche offene Röhren bilden, die die ganze Pflanze durchlaufen können, wurde von *Schacht* übersehen, oder vielmehr ausdrücklich verneint. Er giebt nämlich an, dass diese „Bastzellen“ niemals mit einander verbunden sind.

Während also die anatomischen Verhältnisse so unrichtig aufgefasst wurden, blieb die eigentliche Entwickelungsgeschichte noch ganz dunkel.

Im Jahre 1855 trat *Unger*[1]) noch einmal als Vertreter der Verschmelzungstheorie auf. In dem betreffenden Werke sind alle Milchröhren unter der Abtheilung „Zellfusionen“ beschrieben, und der Verfasser spricht seine Meinung in folgenden Worten aus: „Aus vielfachen nach jener Methode[2]) ausgeführten Untersuchungen, hat sich herausgestellt, dass die Elemente der Milchsaftgefässe stets Zellen von einem eigenthümlichen flüssigen Inhalte sind. Diese Zellen erscheinen entweder als kurze oder lange cylindrische oder als einfach oder wiederholt verzweigte Schläuche, deren Endtheile und Zweige häufig mit einander verschmelzen, so dass daraus ein System von communicirenden Röhren hervorgeht.“ Die Entwickelung selbst

---

[1]) Anatomie und Physiologie der Pflanzen. S. 157.

[2]) Maceration und Kochen mit Kali.

wird nicht näher beschrieben; *Unger* hatte sie wahrscheinlich nur bei einigen mit wirklich gegliederten Milchgefässen versehenen Pflanzen, wie Chelidonium und Sanguinaria, verfolgt, und das Gesehene auch auf die nicht gegliederten übertragen, was um so leichter zu entschuldigen ist, als man damals den Unterschied zwischen beiden Categorien von milchführenden Canälen überhaupt noch nicht beachtet hatte.

Im Jahre 1856 wurden die ersten eingehenden Untersuchungen über die Entwickelung gegliederter Milchsaftgefässe von *Schacht*[1]) veröffentlicht. Doch nur bei einer Pflanze (Carica Papaya) hat er die Entwickelung ihrer höchst merkwürdigen Milchröhren verfolgt. Die betreffenden Organe bilden bekanntlich bei Carica ein reichverzweigtes System, das hier ausnahmsweise an der inneren Seite des Cambiums gebildet, wird. Dieselben bilden im Holzkörper concentrische Kreise, indem abwechselnd Tracheen und Milchsaftgefässe von dem Cambium erzeugt werden. Sowohl die Querwände als auch zum Theil die Seitenwände werden nach *Schacht* frühzeitig resorbirt. Ausserdem treiben die Hauptstämme der Röhren zahlreiche, bisweilen sehr dünne Aeste, die mit anderen Röhren verschmelzen oder auch blind endigen können. Diese feinen, von *Schacht* als Capillarröhren bezeichneten Aeste sollen durch die Intercellularräume verlaufen. Ferner treten auch in den Markstrahlen Verbindungsröhren auf, welche in dem Parenchym derselben durch Verschmelzung von Zellen entstehen sollen, und die Milchsaftgefässe sämmtlicher Fibrovasalstränge in Verbindung setzen. In der Rinde sollen nun seitliche Verzweigungen der Hauptröhren vorkommen.

Die Beobachtungen *Schacht*'s dehnten sich auch über verschiedene andere Pflanzen aus, unter denen Sonchus uns am meisten interessirt. Ueber die eigentliche Entwickelungsgeschichte hat er in diesem Falle nicht viel mitzutheilen. Er sagt[2]): „Der Vorgang der Verschmelzung der Zellen zur Bildung der Milchsaftgefässe scheint hier derselbe als bei Carica zu sein, nur mit dem Unterschied dass hier die Parenchymzellen der Markstrahlen viel seltener als dort an derselben

---

[1]) Monatsber. d. Berliner Akademie 1856 2. S. 515.

[2]) loc. cit. S 524.

theilnehmen“ u. s. w. Dass *Schacht* die Entwickelung wirklich verfolgt hatte, ist aus diesen Worten kaum zu schliessen. Auch die betreffenden Abbildungen [1]) zeigen nichts von der Entstehung aus Zellen. Dafür aber ist die Art der seitlichen Verbindung zwischen den Röhren richtig dargestellt. Hier nämlich treiben die Milchröhren seitlich Ausstülpungen, die weiter wachsen und mit denen der benachbarten Röhren verschmelzen, und so eine Verbindung herstellen, ähnlich wie bei der Copulation der Conjugaten.

Ohne Zweifel wurde die Kenntniss der uns beschäftigenden Organe durch diese Arbeit von *Schacht* wesentlich erweitert. Obschon er noch danach strebte, seine Bastzellentheorie zu retten, indem er behauptete, dass auch echte Bastzellen mit einander verschmelzen können [2]), wurde eine richtigere Auffassung jetzt fast unvermeidlich.

Während der nächstfolgenden Jahre wurde nur verhältnissmässig wenig von Interesse über die Milchsaft führenden Organe veröffentlicht. Im Jahre 1862 erkannte *Hartig* [3]) zum ersten Mal den Unterschied zwischen gegliederte und ungegliederte Milchröhren. Unter den ersteren sind die Cichoriaceen und Papaveraceen erwähnt, und ausserdem die Acerineen, die den Milchröhren besitzenden Pflanzen nicht mehr zugerechnet werden. Als ungegliedert werden die Milchröhren der Euphorbien bezeichnet. Diese Eintheilung wurde erst viel später allgemein angenommen.

Im nächsten Jahre (1863) gewann die Kenntniss unseres Gegenstandes noch eine Erweiterung, indem *Vogl* [4]) Untersuchungen über die Milchsaftgefässe von zwei Cichoraceen veröffentlichte. Im Cambium von Taraxacum officinale und Podospermum beobachtete er die Entstehung der Milchröhren. Er bildet Stadien ab, worin die Querwände noch erhalten sind, und theilt ausserdem die interessante Thatsache mit, dass die Verbindung benachbarter Gefässe durch Seitenäste der Resorption der Querwände vorausgeht. Er fasst seine Resultate in fol-

---

1) loc. cit. Fig. 11—13.
2) loc. cit. S. 530.
3) Botan. Zeitung 1862. S. 97.
4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 43. B. S. 668.

genden Worten zusammen: „Die Milchsaftgefässe beider Pflanzen entstehen durch Fusion von über und nebeneinander stehenden Leitzellen (Cambiform, Siebzellen), die Fusion ist bedingt durch die Umwandlung der Membranen der verschmelzenden Zellen in Pectose“ *Vogl* hat, wie seine Fig. 4, Taf. II zeigt, die jungen Milchsaftgefässe mit Siebröhren verwechselt.

Die Angaben von *Trécul* (1857), auf dessen Arbeiten ich zurückkomme, nach welchen Milchröhren und Tracheen mit einander in Verbindung stehen, gab Veranlassung zu einer erneuten Bearbeitung dieser Gewebeformen. Die Preisschrift *Hanstein*'s[1]) (1864) enthält eine sehr ausführliche Behandlung des Gegenstandes, wobei aber die Vertheilung und sonstige anatomische Verhältnisse hauptsächlich berücksichtigt sind. Was die Entwickelungsgesichte betrifft, war *Hanstein* unbedingt Anhänger der Verschmelzungstheorie. Auch ihm aber ist es nicht gelungen, die successiven Entwickelungsstadien direct zu beobachten. Mit besonderer Rücksicht auf die Milchröhren der Cichoriaceen Campanulaceen und Lobeliaceen giebt er an[2]) dass „das Verschmelzen dieser Zellen in so frühem Stadium vor sich zu gehen pflegt, dass es sich bei der noch herrschenden Feinheit der Theile der directen Beobachtung entzieht.“ Er fügt aber folgendes hinzu: „die Anordnung der schlauchförmigen Hauptstämme der Gefässe entspricht genau der der benachbarten Zellen, und auch die Länge von diesen lässt sich in den unterscheidbaren Abschnitten der Schläuche häufig wiedererkennen.“ Etwas weiter unten giebt er die Gründe seiner Meinung noch klarer an. Er sagt[3]): „Dagegen findet die Entstehung dieser Gefässe aus Zellketten ihren mehrfachen Nachweis einerseits im Vergleich mit denen von Carica, andererseits in den Papaveraceen“ u. s. w. Es ergiebt sich also, dass die *Hanstein*'sche Ansicht gerade wie die *Unger*'sche, vielmehr auf Analogie als auf directe Beobachtung beruht. Freilich war dieser Analogieschluss durch die auch von *Hanstein* bestätigten Beobachtungen *Schacht*'s an Carica wesentlich verstärkt. Wie wenig aber die Verschmelzungstheorie sich noch

---

[1]) Die Milchsaftgefässe u. die verwandt. Organe d. Rinde. Berlin 1864.
[2]) loc. cit. S. 14.
[3]) loc. cit. S. 15.

jetzt auf vollständigen entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen stützte, erhellt aus der Thatsache, dass *Hanstein* sie wiederum auf die ungegliederten Milchröhren ausdehnte.

Die Arbeit *Dippels*[1]) (1865), auch von der Pariser Akademie gekrönt, stimmt in ihren wichtigsten Resultaten mit der *Hanstein*'schen überein. Er findet, dass alle Milchröhren zuerst aus reihenweise übereinander gestellten Zellen bestehen; die einfachen (nicht netzförmig verbundenen) sollen sich nach Maceration in die Einzelzellen zerlegen lassen. *Dippel* hat nicht nur diese Entstehungsweise einfach auf die ungegliederten Milchröhren übertragen, sondern behauptet, dass er auch hier die Querwände wirklich gesehen hat. Er ist von *de Bary*[2]) und *Schmalhausen* widerlegt worden, indem sie gezeigt haben, dass die von ihm gesehenen Querwände nicht den Milchzellen selbst, sondern darüber oder darunter liegenden Zellen angehören. Von denselben Beobachtern ist auch die Unrichtigkeit seiner Auffassung der Milchröhren als modificirte Siebröhren nachgewiesen worden.

Trécul hat zwischen den Jahren 1857 und 1868 eine lange Reihe von Aufsätzen, die Milchröhren und verwandten Organe betreffend, veröffentlicht, die durch die grosse Anzahl der untersuchten Arten ausgezeichnet sind. Indem ich seine Circulations-Theorie, nach welcher die Milchsaftgefässe den Adern, die Tracheen dagegen den Arterien der Thiere entsprechen, übergehe, will ich nur einige Punkte kurz berühren, die für die Entwickelungs-Geschichte von Interesse sind.

Unter den Papaveraceen[3]) hat *Trécul* die Entstehung aus Zellen bei Argemone beobachtet. Hier wie in anderen Fällen soll der Milchsaft schon gebildet werden bevor die Querwände aufgelöst sind. Auch hier findet Verbindung zwischen benachbarten Röhren durch Auswüchse statt, wie es bei so vielen anderen gegliederten Milchsaftgefässen der Fall ist.

---

[1]) Da die Arbeit selbst mir nicht zu Gebote stand, musste ich *de Bary*'s Referat in der Botanischen Zeitung 1867 S. 333, sowie Citaten in der „Vergleichenden Anatomie" u. s. w. benützen.

[2]) Vergleichende Anatomie S. 205.

[3]) Comptes Rendus T. 60. 1865 S. 522.

Bei den Cichoriaceen [1]) ist die Entwickelung folgendermassen beschrieben: Die Milchsaftgefässe entstehen aus Zellen, die in continuirliche Röhren verschmelzen. Letztere communiciren alle mit einander, so dass sie ein Netz bilden. Die Continuität der Gefässe kommt auf dreierlei Weise zu Stande: 1. Durch Fusion übereinanderstehender Zellen. 2. Durch die mehr weniger häufige Resorption der Seitenwände, wo zwei Zellen oder Gefässe in unmittelbarer Berührung sind. 3. Wenn die Milch-Gefässe von einander entfernt sind, treiben sie Aeste gegen einander, die in der Form von Ausstülpungen entstehen. Diese wachsen zwischen oder selbst durch die ungleichnamigen Zellen, bis sie entsprechende Aeste von anderen Gefässen treffen, mit denen sie verschmelzen; bei Tragopogon pratense hat *Trecul* solche Verbindungsäste beobachtet, die eine Länge von 1,15 mm erreichten.

Auch unter den Aroideen [2]), und zwar bei verschiedenen Caladiumarten, scheint *Trécul* sowohl die Resorption der Querwände als die Verbindung durch Ausstülpungen beobachtet zu haben.

An einem anderen Orte [3]) macht *Trécul* auf die Thatsache aufmerksam, dass bei den Euphorbien keine Spur der Entstehung aus Zellen wahrzunehmen ist, und beachtet somit zum ersten Mal den Unterschied zwischen gegliederten und ungegliederten Milchröhren.

Auch bei *Trécul* fehlt es an genaueren Beschreibungen des Entwicklungs-Vorgangs.

Die Arbeit von *David* [4]) (1872) bezieht sich bekanntlich auf die ungegliederten Milchröhren. Er hat das Verdienst, die richtige Eintheilung der fraglichen Organe endgültig festgestellt zu haben, obwohl er die wahre Entstehungsweise der ungegliederten Milchröhren noch nicht erkannte. Er glaubte nämlich, dass neue Milchzellen fortwährend im Meristem des Vegetationspunktes gebildet werden, dass also eine grosse Anzahl successiv entstandener Milchzellen in der erwachsenen

---

[1]) Comptes Rendus T. 61. 1865 S. 787.
[2]) Comptes Rendus T. 61. S. 1163.
[3]) Comptes Rendus T. 60. S. 1349.
[4]) Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen u. s. w. Breslau 1872.

Pflanze existirt. In der That aber sind dieselben schon im Embryo ein für allemal, und zwar in sehr geringer Zahl (etwa sechs) angelegt, und das ganze Milchröhrensystem der Pflanze besteht ausschliesslich aus den mannigfaltigen Verzweigungen dieser wenigen ursprünglichen Zellen. Diese Entdeckung wurde zuerst von *Schmalhausen*[1]) (1877) gemacht und nachher von *Weber* im Würzburger Laboratorium bestätigt.

Die Arbeit *Schmalhausen*'s ist auch für die Entwickelungsgeschichte der gegliederten Milchröhren von grosser Wichtigkeit, indem er, wie es mir scheint, bei weitem die genauesten Beobachtungen über die Entstehung dieser Organe bei den Cichoriaceen mitgetheilt hat. Ich werde im Laufe der Darstellung meiner eigenen Untersuchungen öfters auf seine Angaben zurückkommen müssen; hier seien nur die Hauptpunkte erwähnt. *Schmalhausen* hat die Embryonen von Tragopogon und Scorzonera untersucht. Er findet, dass die Milchsaftgefässe schon im reifen Keime angelegt sind, aber erst im Laufe der Keimung zu wirklichen Gefässen werden, indem die Querwände, und wohl auch zum Theil die Seitenwände resorbirt werden. Die Ausbildung soll am Wurzelende anfangen und von da aus bis zum entgegengesetzten Ende des Embryos fortschreiten. Hier, wie bei den sonst so grundverschiedenen Euphorbien sind zwei Systeme von Milchröhren im Embryo vorhanden. Das eine gehört dem Periblem, das andere dem Plerom an. Die Milchsaftgefässe haben mit den Siebröhren weder in der Entwickelung noch in der Structur etwas gemeinsames. Auf Details werde ich, wie gesagt, später zurückkommen.

In der „Vergleichenden Anatomie" von *de Bary* sind, neben werthvollen eigenen Beobachtungen, die Ergebnisse der bis 1877 gemachten Untersuchungen zusammengestellt. Daraus kann man ungefähr auf den heutigen Stand der Frage schliessen, da seit der Zeit nur wenig neues erschienen ist. Aus allem geht hervor, dass die Entstehung der gegliederten Milchröhren aus der Verschmelzung von Zellreihen, als ziemlich sicher constatirt betrachtet werden darf, aber nichtsdestoweniger dass der Vorgang nur in wenigen Fällen direct beobachtet worden ist.[1])

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Milchsaftbehälter der Pflanzen. St. Petersburg 1877.

[1]) loc. cit. S. 199 und 203.

Seit dem Jahre 1877 ist nur eine einzige Arbeit erschienen, die in Betracht gezogen werden muss. Diese ist die Untersuchung von Tragopogon porrifolius, von *M. E. Faivre* ausgeführt.[2]) Er gibt an, dass der reife Embryo bei dieser Pflanze wesentlich aus plasmareichem Parenchym besteht, worin die Tracheen und Milchsaftgefässe noch nicht entwickelt sind. Jene erscheinen zuerst, beide aber erst, wenn die Wurzelspitze schon aus der Samenschale hervorragt. Die Milchsaftgefässe sollen durch die Fusion übereinanderstehender Zellen gebildet werden. Diese Entstehungsweise soll an den oft deutlichen Gliederungen noch erkennbar sein. Am zahlreichsten kommen die Milchsaftgefässe in den Cotyledonen vor. Die zweierlei Verbindungen zwischen benachbarten Gefässen, nämlich durch Querreihen von Zellen und durch Ausstülpungen, hat auch *Faivre* beobachtet. Was die Vertheilung betrifft, existirt nach *Faivre* eine enge Beziehung zwischen Tracheen und Milchsaftgefässe, die aber niemals mit einander in Verbindung stehen. Der Milchsaft selbst soll erst zum Vorschein kommen, wenn die Wurzel eine Länge von mehreren Millimetern erreicht hat. Ich werde bald Gelegenheit haben, zu zeigen, wie weit diese Angaben durch meine Beobachtungen bestätigt sind.

Die Untersuchungen, zu deren Darstellung ich jetzt übergehe, wurden auf Veranlassung des Herrn Hofrath Professor *v. Sachs* unternommen. Meine Arbeit hatte den Zweck, die Entwickelungsgeschichte der Milchsaftgefässe an gewissen Beispielen etwas näher zu untersuchen und durch möglichst directe Beobachtung festzustellen. Im Gegensatz zu der Mehrzahl der älteren Beobachtungen, mit Ausnahme derer von *Schmalhausen* und *de Bary*, ging ich darauf aus, blosse Analogieschlüsse betreffs der Entwickelungsgeschichte zu vermeiden und mich allein auf gelungene Schnitte von äusserster Feinheit zu verlassen, und die folgenden Angaben beziehen sich daher nur auf ganz klare zweifellose Objekte, wie sie nur an Schnitten von äusserster Feinheit zu gewinnen sind.

---

[2]) Comptes Rendus T. 88. 1879 S. 269.

Eigene Beobachtungen.

Ich will zuerst die Entwickelung der Milchsaftgefässe in dem Keimling von Tragopogon eriospermus beschreiben, weil ich dieses Objekt am genauesten untersucht habe, und weil die Keimpflanzen überhaupt bis jetzt von nur wenigen Beobachtern in dieser Hinsicht untersucht worden sind. Zur leichteren Orientirung will ich eine kurze Beschreibung der Vertheilung dieser Gefässe in der Keimpflanze vorausschicken.

In der Keimwurzel findet man zwei scharf unterscheidbare Systeme von Milchsaftgefässen. Erstens verlaufen im Parenchym der Rinde zerstreute, in der Regel nicht sehr zahlreiche Milchgefässe, die ziemlich dicht unter der Oberfläche gelagert sind, gewöhnlich in der vierten oder fünften Zellenschicht. Zweitens besitzt der axile Strang eine Anzahl Milchgefässe, die dem Phloemtheile angehören, und dem diarchen Bau der Wurzel entsprechend, zwei grosse, einander gegenüberstehende Gruppen bilden, die ungefähr je ein Viertel des Umfangs einnehmen. In derselben Anordnung setzen sich die Milchsaftgefässe in das hypocotyle Glid fort. Hier aber sind die hypodermalen Gefässe viel zahlreicher als in der Wurzel. Sie verlaufen noch dichter unter der Epidermis; zuweilen sind sie von derselben nur durch eine einzige Zellenschicht getrennt. Die nämlichen Milchgefässe können entweder vereinzelt verlaufen oder zu zweien, zuweilen auch mehr neben einander stehen. Die Milchgefässe des Fibrovasalsystems nehmen eine der Stengel-Structur entsprechende Vertheilung an. Hier nämlich stehen sie vorwiegend an der Aussen- (Phloem-) seite der einzelnen Gefässbündel, kommen aber auch im intrafascicularen Gewebe vor.

Im Knoten biegen sich die Gefässbündel und die ihnen angehörenden Milchsaftgefässe in die Cotyledonen hinaus, so dass sie in der Cotyledonarscheide weiter nach aussen zu liegen kommen als im hypocotylen Gliede. Die hypodermalen Milchsaftgefässe dagegen setzen sich geradlinig in die Cotyledonen fort. An der Stelle, wo die Fibrovasalbündel in die Cotyledonarscheide eintreten, sind ihre Milchsaftgefässe stets durch querverlaufende Aeste mit den hypodermalen verbunden. In der Scheide kommen wiederum solche Verbindungen sehr

häufig vor. In den Cotyledonen begleiten die Milchsaftgefässe gewöhnlich die hier reichverzweigten Fibrovasalstränge; auch hier aber kommen welche vor, die allein durch das Parenchym verlaufen. In den Vegetationspunkt des Keimstengels oberhalb der jüngsten Blätter habe ich bis jetzt die Milchgefässe nie verfolgen können, wohl aber in die jungen Blätter selbst, sobald diese einigermassen entwickelt sind. Die Milchgefässe sind also, gleich den Fibrovasalsträngen, niemals stammeigene im Sinne *Nägeli*'s.

Die oben beschriebenen Verhältnisse sind an Keimlingen, deren Wurzelende etwa 5 mm aus der Samenschale hervorragt, schon recht deutlich zu erkennen. Es fragt sich zunächst, wann die betreffenden Organe zuerst angelegt werden. Um diese Frage zu beantworten, habe ich den reifen Embryo im trockenen Samen untersucht. Nahe an der Epidermis (z. B. in der Cotyledonarscheide) an der Stelle, wo man späterhin die hypodermalen Milchgefässe zu finden pflegt, kann man an einem Querschnitt hin und wieder einzelne Zellen unterscheiden, die sich zunächst durch ihre geringere Grösse auszeichnen. Sie sind nämlich in der radialen Richtung nur halb so breit als die benachbarten Parenchymzellen. Sie stehen im Querschnitt immer zwei beisammen und sind gewöhnlich durch eine einzige Zellenschicht von der Epidermis getrennt. An Längsschnitten erkennt man, dass die betreffenden Zellen Längsreihen bilden und offenbar aus Spaltung der dritten Reihe (von Aussen gezählt) durch tangentiale Wände entstanden sind. Die äusseren dieser Zellen sind es, die den hypodermalen Milchsaftgefässen ihren Ursprung geben. Schon in diesem Stadium glaubte ich einen Unterschied in dem Inhalte wahrnehmen zu können. Es sind nämlich in den erwähnten Zellen nur wenige kleine Aleuronkörner enthalten, während dieselben in den Parenchymzellen massenhaft vorhanden sind.[1])

Auch die Fibrovasalstränge sind im reifen Keime angelegt. Hier aber ist es mir nicht gelungen, die Anlagen der Milchsaftgefässe von den übrigen Zellen des Pleroms zu

---

[1]) Dieser Mangel an Aleuronkörnern gilt auch zum Theil für die Schwesterzellen der Milchgefässanlagen. Möglicherweise stellten die betreffenden Präparate Fälle dar, wo zwei Milchgefässe nebeneinander entstehen sollten.

unterscheiden [1]). Gerade deshalb habe ich bei den allerjüngsten Stadien meine Aufmerksamkeit auf die hypodermalen Gefässe gewendet, weil bei diesen keine Verwechslung eintreten kann.

Nicht in allen Fällen ist es mir gelungen, das Vorhandensein dieser Anlagen im fertigen Embryo nachweisen zu können. Das Entwickelungsstadium, bei welchem der Embryo in seinen Ruhezustand im trockenen Samen übergeht, ist bekanntlich ein mehr oder weniger zufälliges. Es giebt wahrscheinlich einzelne Samen, worin die betreffenden Zelltheilungen noch nicht stattgefunden haben, sondern erst mit Beginn der Keimung erfolgen sollen. Dagegen sind die Anlagen der Gefässbündel ausnahmslos deutlich zu erkennen. Es ergiebt sich also, dass die Angaben *Faivre*'s, nach welchen der reife Keim wesentlich aus Parenchym besteht, worin weder Tracheen von Milchsaftgefässe entwickelt sind, den wahren Sachverhalt sehr ungenau darstellen. Die Resultate von *Schmalhausen*'s Untersuchungen sind dagegen mit den meinigen völlig in Einklang.

Viel deutlicher noch sind die in Bildung begriffenen Milchgefässe zu erkennen, sobald die Keimung einmal eingetreten ist. Bei Samen, die etwa 24 Stunden im Boden gelegen hatten, deren Keimwurzeln aber noch nicht zum Vorschein gekommen waren, fand ich die Anlagen der hypodermalen Milchgefässe schon ziemlich weit differenzirt. Sie bilden Längsreihen etwas langgestreckter Zellen, die in der Regel ungefähr halb so breit und doppelt so lang als die gewöhnlichen Parenchymzellen sind. Ihre Entstehung durch Theilung von Zellen, die der dritten (resp. vierten) Zellenreihe angehören, ist noch leicht zu constatiren. Die Schwesterzellen, die nach innen liegen, bleiben kleiner als die übrigen Parenchymzellen; offenbar haben sie weitere Quertheilungen erfahren, die in den Zellen der Milchsaftgefässe unterbleiben. Was den Inhalt betrifft, ist die Differenzirung jetzt sehr auffallend. Sowohl Epidermis- als Parenchymzellen führen noch eine Masse Aleuronkörner; in den angelegten Milchgefässen fehlen dieselben vollständig. Letztere besitzen einen gleichförmigen feinkörnigen Inhalt, worin eine dunklere Partie möglicherweise die Lage des Zellkerns andeutet.

[1]) Cf. *Schmalhausen* loc. cit. S. 23.

In keimenden Samen, bei welchen das Wurzelende eben sichtbar wird, findet man die hypodermalen Milchsaftgefässe etwas weiter ausgebildet. Ihr Inhalt fängt jetzt an, das characteristische Ansehen des Milchsafts anzunehmen, und ist durch seine Farbe schon beim ersten Blick von demjenigen aller übrigen Zellen zu unterscheiden. Bis jetzt aber sind die Querwände noch vollkommen erhalten.

In Keimlingen, deren Wurzeln 3—4 mm aus der Samenschale herausgewachsen sind, sind die Milchsaftgefässe fast überall deutlich zu erkennen. Ungefähr um diese Zeit pflegt man die ersten Andeutungen von der Resorption der Wände wahrzunehmen. Der Zustand der betreffenden Gefässe ist bei diesem Entwickelungsstadium folgender:

In der Wurzel sind die hypodermalen Milchgefässe schon ziemlich weit ausgebildet; sie führen Milchsaft und es lässt sich stellenweise constatiren, dass die Querwände wenigstens in der Mitte durchbohrt sind. Das andere, dem axilen Cylinder gehörende System bleibt noch zurück. Die Zellen zeigen gegen die übrigen Zellen des Pleroms keine Verschiedenheit des Inhalts; auch sind alle Wände noch unverändert.

Dasselbe gilt auch zum Theil für das hypocotyle Glied, hier aber ist die Entwickelung der zwei Systeme eine gleichmässigere.

An der Basis der Cotyledonen sind die Verbindungsäste zwischen axilen und hypodermalen Milchgefässen ebenso weit entwickelt wie die Hauptstämme selbst; sie führen schon etwas Milchsaft. In dieser Gegend trifft man gelegentlich Stellen' wo die Querwände perforirt sind. Im oberen Theile der Cotyledonen ist die Entwickelung nicht so weit vorgeschritten. Die Querwände sind überall vorhanden, wenn auch ein wenig gequollen. Gegen die Cotyledonspitze ist bis jetzt kein Milchsaft in den Gefässen wahrzunehmen.

Die Milchsaftgefässe in den Cotyledonen bilden schon ein complicirtes Netzwerk. Die Verbindung zwischen entfernteren Hauptstämmen ist stets durch querverlaufende Reihen von später zu verschmelzenden Zellen bewirkt. Niemals habe ich bei diesen Keimpflanzen die sonst so häufige Verbindung mittels copulirenden Ausstülpungen beobachtet.

Es kommen nicht selten Fälle vor, wo eine oder mehrere Zellen einer Reihe durch Längswände gespalten sind. Beide Zellen nehmen an der Bildung des Milchgefässes theil. Offenbar haben sie eine nachträgliche Theilung erfahren, die in den übrigen Zellen der Reihe unterbleibt.

An Keimpflanzen deren Wurzeln eine Länge von etwa 6 mm erreicht haben, hat man alle Stadien des Entwicklungs-Vorgangs vor sich. Ich will dieselbe Reihenfolge wie vorher inne halten, und mit den hypodermalen Milchgefässen der Wurzel beginnen. Diese sind jetzt beinahe fertig. Die Querwände sind alle durchbrochen, zuweilen sind ihre Reste nur schwer zu erkennen. Die Glieder sind sehr lang, in der Regel zweimal so lang als die selbst sehr gestreckten Parenchymzellen. Dasselbe Längenverhältniss besteht also noch jetzt wie bei den jüngsten Entwickelungsstufen. Die Milchsaftgefässe des axilen Cylinders sind dagegen keineswegs so weit entwickelt. Hier fängt die Resorption der Querwände erst an, stellenweise sind dieselben noch vollkommen erhalten. Auch die Seitenwände zeigen keine Durchbohrung.

Im hypocotylen Gliede sind die hypodermalen Milchgefässe eben so weit ausgebildet wie in der Wurzel. Die Querwände sind resorbirt; lange Strecken hindurch kann man keine Spur von ihnen wahrnehmen. Die Milchgefässe der Fibrovasalstränge sind weiter fortgeschritten als die entsprechenden in der Wurzel, doch nicht so weit wie die hypodermalen. Die Querwände sind durchbohrt; in den Seitenwänden sind schon viel grössere Löcher vorhanden. Letztere Thatsache, die ich wiederholt beobachtet habe, stimmt mit der Behauptung *Schmalhausen*'s überein, dass die Resorption der Seitenwände der der Querwände vorausgeht.

In den Cotyledonen sind die Perforationen kleiner als im hypocotylen Gliede. Hier zeigen alle Milchsaftgefässe dieselbe Entwickelungsstufe. Ihre Glieder sind, dem langsamen Wachsthum dieses Theiles entsprechend, verhältnissmässig kurz.

Die Resorption der Querwände geht in den Cotyledonen noch immer langsam vor sich. Selbst bei Keimlingen, deren Wurzellänge schon ungefähr 1 cm beträgt, ist der Vorgang keineswegs vollendet. In den Seitenwänden, wo zwei Gefässe

in Berührung sind, findet man zwar recht grosse Perforationen; die Querwände aber sind nur theilweise aufgelöst; in manchen sind die Oeffnungen noch ganz klein.

Was die Reihenfolge der Entwickelung in den verschiedenen Organen der Keimpflanze anbetrifft, muss man, wie es mir scheint, zwei Momente unterscheiden. Erstens macht sich das Princip geltend, dass die Milchsaftgefässe dort am frühesten ausgebildet werden, wo das Wachsthum zuerst stattfindet. Dem entsprechend bilden sich die hypodermalen Milchgefässe der Wurzel sehr frühzeitig aus, weil die Basis der Wurzel zuerst am lebhaftesten wächst. Die entsprechenden Milchgefässe des hypocotylen Gliedes, das sich auch sehr bald zu strecken beginnt, bleiben nur wenig zurück. In den Cotyledonen dagegen, die längere Zeit hindurch so gut wie kein Wachsthum erfahren, schreitet die Ausbildung der Milchgefässe auch sehr langsam fort, und vollendet sich erst sehr spät. Wie schon oben erwähnt, hat auch *Schmalhausen* auf diese Thatsachen aufmerksam gemacht. Zweitens habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt zu beobachten, dass die Milchsaftgefässe des Pleroms gegen die anderen in ihrer Ausbildung sehr zurückbleiben. Dies ist in der Wurzel besonders auffallend, gilt aber auch von dem hypocotylen Gliede, jedenfalls in seinem unteren Theile: die hypodermalen Milchgefässe führen Milchsaft, während die der Fibrovasalstränge noch nichts davon wahrnehmen lassen. Auch die Fusion der Zellen ist in jenen sehr weit fortgeschritten, während sie in diesen kaum angefangen hat. In den Cotyledonen macht sich dieser Unterschied nicht mehr geltend: hier geht die Entwickelung an demselben Querschnitt überall mit gleichem Schritt vor sich.

Was den Verschmelzungs-Vorgang selbst anbetrifft, lässt sich folgendes constatiren: Zuerst erscheint die betreffende Wand etwas aufgequollen; jedoch ist die Quellung eine ziemlich unbeträchtliche. Dann fängt die Membran an, sich an einer Stelle allmählig aufzulösen. Es giebt wahrscheinlich eine Mittellamelle, die der Auflösung am längsten widersteht, da man Stadien trifft, wo die Oeffnung noch durch eine äusserst dünne Haut verschlossen ist. Die Oeffnung ist zuerst sehr klein; häufig, aber keineswegs immer, tritt sie im Mittelpunkte der Querwand auf. Die Perforation vergrössert sich allmählig;

schon ehe die Querwand völlig verschwunden ist, treten die Inhalte der Zellen in Verbindung. Was die seitlichen Durchbohrungen betrifft, möchte ich nur die Bemerkung *Schmalhausen*'s, dass dieselben in der Nähe einer Querwand zu entstehen pflegen, bestätigen.

Die eben beschriebenen Beobachtungen an Tragopogon habe ich zum Theil an Scorzonera hispanica wiederholt.

Auch hier lassen sich die Anlagen der Milchsaftgefässe schon im trockenen Samen erkennen. Der Vorgang der Entwickelung ist wesentlich derselbe wie bei Tragopogon. Schon ehe die Querwände aufgelöst werden sind die betreffenden Zellen durch ihren charakteristischen Inhalt ausgezeichnet, ohne Zweifel führen sie schon etwas Milchsaft. Die Vertheilung ist bei den beiden Pflanzen etwas verschieden. Bei Scorzonera gehören fast alle Milchsaftgefässe des Keimlings dem Phloemtheile der Gefässbündel an; nur in den Cotyledonen findet man welche, die für sich in der Nähe der Epidermis verlaufen. Noch ein Unterschied besteht darin, dass die Milchsaftgefässe von Scorzonera schon in den früheren Stadien der Keimung Ausstülpungen bilden, die später die Verbindung zwischen benachbarten Gefässen vermitteln. In der jungen Keimpflanze von Tragopogon scheinen dieselben, wie gesagt, nicht vorhanden zu sein.

Am schönsten habe ich die nämlichen Verbindungsäste in der Nähe des Vegetationspunktes des Stammes bei älteren Pflanzen von Scorzonera beobachtet. Hier findet man, besonders in den jüngsten Blättern, Milchsaftgefässe, deren Glieder noch deutlich zu erkennen sind. Schon diese jungen Gefässe haben seitliche Auswüchse getrieben, die zwischen die Parenchymzellen eindringen. In sehr vielen Fällen endigen dieselben blind. Es scheint auf die, durch den Turgor des umgebenden Gewebes verursachten Druckverhältnisse anzukommen, an welchen Stellen diese Ausstülpungen gebildet werden. Gelegentlich treffen sie die entsprechenden Auswüchse oder selbst die Hauptstämme anderer Milchgefässe. Dann wird die Membran an der Berührungsstelle aufgelöst; der Inhalt beider Milchgefässe setzt sich in Verbindung. Die Bilder, die auf diese Weise zu Stande kommen, erinnern sehr an die Copulationserscheinungen bei den Conjugaten, ein Vergleich, auf den

schon *Schacht* aufmerksam machte. Nur macht sich der Unterschied geltend, dass bei den Milchsaftgefässen die Ausstülpungen ganz unabhängig von dem Vorhandensein eines benachbarten Gefässes gebildet werden.

Die Entwickelung der Milchsaftgefässe in dem embryonalen Gewebe älterer Pflanzen, stimmt, so weit ich sie verfolgt habe, mit der in den Keimlingen überein. Ihr hin und her gebogener Verlauf erklärt sich zum Theil aus der Thatsache, dass die Zellen, die an der Bildung eines und desselben Milchgefässes theilnehmen, nicht in derselben Längsreihe zu liegen brauchen. Vielmehr ist es eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Zellen, die in verschiedene Höhen aber auch in nebeneinander liegende Reihen gestellt sind, durch Auflösung des gemeinsamen Stückes der Seitenwand mit einander in Verbindung treten. In diesem Falle können die Zellen die in der geradlinigen Verlängerung irgend eines Theils des Milchgefässes liegen, als Parenchymzellen beharren.

Mit Rücksicht auf die vorliegende Frage habe ich ferner die secundäre Rinde bei Scorzonera, Taraxacum und Chelidonium untersucht. In den Wurzeln der erstgenannten Pflanze werden Milchsaftgefässe massenhaft aus dem Cambium gebildet. Am Querschnitt erscheinen dieselben in radialen Reihen angeordnet, deren Abstand verschieden ist, aber gewöhnlich nicht mehr als sechs Schichten von Parenchymzellen beträgt. In der Regel ist jede radiale Reihe eine doppelte. Die Milchsaftgefässe sind von ziemlich zahlreichen Siebröhren begleitet. An einem tangentialen Längsschnitt erkennt man, dass die die Milchgefässe und Siebröhren enthaltende Gewebepartien ein grobes Netzwerk bilden, deren Maschen von den Rindenstrahlen ausgefüllt sind. Sowohl in tangentialer als in radialer Richtung kommen sehr zahlreiche Anastomosen zwischen den einzelnen Milchgefässen vor, die zum Theil direkt, zum Theil mittels Aussackungen stattfinden. Die Querwände werden sehr frühzeitig resorbirt. Nur ganz in der Nähe der eigentlichen Cambiumschicht trifft man Stellen, wo dieselben noch erhalten sind. Die jungen Entwickelungsstadien sind denjenigen in der Keimpflanze ganz ähnlich; nur sind die angelegten Milchgefässe hier etwas grösser.

Auch in den Wurzeln von Taraxacum officinale sind die Milchsaftgefässe der secundären Rinde sehr reichlich entwickelt. Hier sind sie, im Querschnitt betrachtet, in einer Anzahl concentrischer Kreise angeordnet, die mit dicken Schichten von Parenchym abwechseln, und durch die Rindenstrahlen unterbrochen sind. Innerhalb dieser kreisförmigen Bänder stehen die Milchsaftgefässe in Gruppen von unbestimmter Grösse. Sie sind sehr eng, und haben einen etwas gekrümmten Verlauf. Sie sind von kleinen Siebröhren begleitet. Die Zellen, aus denen die Milchgefässe entstehen, sind keilförmig, und zwar neigen sich ihre Endflächen gegen die radiale Ebene. Dem entsprechend sind die Durchbohrungen am besten an tangentialen Schnitten zu erkennen. Der Bau und Verlauf der Milchgefässe entsprechen genau denen der Zellen, die ihnen ihren Ursprung geben. In der unmittelbaren Nähe des Cambiums kann man an gelungenen Präparaten constatiren, dass die Querwände noch vorhanden sind.

Bei Chelidonium majus ist die Entstehung der Milchsaftgefässe aus Zellen noch im fertigen Zustande so leicht wiederzuerkennen, dass eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung in dieser Hinsicht nicht nöthig ist. Ich möchte aber einige wenige Punkte erwähnen, die mir im Laufe meiner Beobachtungen aufgefallen sind.

In der secundären Rinde älterer Wurzeln sind die sehr zahlreichen Milchsaftgefässe unregelmässig in dem Parenchym vertheilt. Zuweilen sind dieselben vereinzelt, zuweilen zu zweien oder zu dreien in Berührung. Neben ihnen sind auch Siebröhren vorhanden, die stellenweise unmittelbar an den Milchgefässen angrenzen. Hier in der Wurzel sind diese sehr kurzgliedrig; die Glieder sind nur etwa dreimal so lang als breit. In den oberirdischen Theilen dagegen sind sie sehr langgestreckt. Weder Ausstülpungen noch sonstige Verzweigungen kommen vor. Wo aber zwei Milchgefässe neben einander verlaufen, wird die Seitenwand häufig durchbohrt. Die Perforationen bleiben gewöhnlich sehr klein, erst bei genauer Einstellung lassen sich dieselben erkennen. Dem entsprechend steht der Inhalt zweier aufeinanderfolgender Zellen in keiner sehr engen Verbindung. Bei Alkoholmaterial ist diese in der Regel schon durch die Contraction unterbrochen. Bei Auf-

lösung der Zellwände mittels starker Schwefelsäure wird der Inhalt nicht als continuirlicher Strang frei, wie es immer bei den Cichoriaceen der Fall ist. Vielmehr zerfällt er in einzelne, den Zellenelementen entsprechende Stücke. Die perforirten Querwände zeigen oft eigenthümliche Verdickungsleisten, die einen kreisförmigen Querschnitt haben.

Der Inhalt dieser Milchsaftgefässe ist verhältnissmässig durchsichtig, und deshalb ist es sehr leicht zu constatiren, dass jede Zelle einen Zellkern besitzt. Mit Hämatoxylin behandelt, werden diese Zellkerne eben so deutlich wie die der Parenchymzellen, von denen sie sich in Nichts unterscheiden. Sie haben eine linsenförmige Gestalt und liegen einer Längswand der Zelle dicht an. Sie enthalten je ein ziemlich grosses Kernkörperchen. Die Zellkerne sind zeitlebens erhalten. Ich habe sie selbst in ganz alten Milchgefässen gefunden, die schon in Desorganisation begriffen waren.

Die Parenchymzellen der secundären Rinde führen eine Menge zusammengesetzter Stärkekörner, die schon in den neulich aus dem cambialen Zustande herausgetretenen Zellen gebildet werden. In den Zellen der Milchsaftgefässe fehlen dieselben von vornherein gänzlich, was die Unterscheidung der jungen Anlagen sehr erleichtert.

Auf noch einen, die Vertheilung betreffenden Punkt möchte ich gelegentlich aufmerksam machen. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass Milchsaftgefässe auch im Holzkörper der Wurzel vorkommen, und zwar nicht nur in den Markstrahlen, sondern auch unter den Tracheen. Diese Erscheinung ist keineswegs allgemein, jedoch kommt sie häufig genug vor. Ich muss daher die Behauptung *Hanstein*'s, dass bei den Papaveraceen „zwischen die gedrängten Zellen und Gefässe der Holzbündel selbst keine eigentlichen Milchsaftgefässe eindringen“ [1]) für unrichtig erklären. *Hanstein* nämlich ist der Meinung, dass die häufig vorkommenden mit Milchsaft gefüllten Tüpfelgefässe für Milchsaftgefässe gehalten worden sind. Ich habe diese letzteren selbst öfters gesehen. Ihre stark verdickten getüpfelten Wände haben mit denen der wahren Milchsaftgefässe gar keine Aehnlichkeit. Auch an Grösse und an

[1]) loc. cit. S. 77.

anderen Eigenschaften sind sie ganz verschieden, so dass eine Verwechselung kaum eintreten könnte, selbst wenn der Milchsaft „stark gefärbt“ wäre, was an den betreffenden Stellen nicht der Fall war. Zuweilen, aber äusserst selten, stehen die Milchsaftgefässe, die in allen Fällen viel weniger zahlreich im Holzkörper als in der Rinde sind, mit Tracheen unmittelbar in Berührung.

Die Resultate meiner leider sehr fragmentarischen Untersuchungen lassen sich in folgende Worten zusammenfassen:

1. Es ist durch directe Beobachtung nachgewiesen worden, dass die Milchsaftgefässe der untersuchten Pflanzen aus Zellenreihen entstehen, deren Querwände und wo zwei Gefässe neben einander liegen, auch zum Theil die Seitenwände allmählig resorbirt werden. Die Resorption findet in der Regel sehr frühzeitig statt: bei der Keimpflanze während der ersten Stadien der Keimung, in der secundären Rinde kurz nachdem die betreffenden Zellen von dem Cambium abgeschieden sind.

2. Die Verbindung zwischen entfernteren Milchgefässen findet auf zweierlei Weise statt: theilweise mittels querverlaufender Reihen mit einander verschmelzender Zellen, theilweise mittels Ausstülpungen, die mit einander verwachsen und schliesslich Verbindungscanäle bilden ähnlich wie bei den Conjugaten.

3. Schon ehe die Querwände aufgelöst werden, haben die Zellen einen charakteristischen Inhalt, worin Milchsaft wahrscheinlich vorhanden ist.

Ich kann meine Arbeit nicht schliessen, ohne dass ich meinem verehrten Lehrer Herrn Hofrath Prof. v. *Sachs* für seine während meiner Untersuchungen mir stets zu Theil gewordene freundliche Unterstützung meinen herzlichen Dank ausspreche.